



IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant(s): TAKAHASHI, et al.

Serial No.: 09/501,977

Filed: February 11, 2000

Title: INFORMATION PROCESSING APPARATUS, INFORMATION PROCESSING SYSTEM, AND STORAGE MEDIUM

Group:

LETTER CLAIMING RIGHT OF PRIORITY

Honorable Commissioner of
Patents and Trademarks
Washington, D.C. 20231

March 3, 2000

Sir:

Under the provisions of 35 USC 119 and 37 CFR 1.55, the applicant(s) hereby claim(s) the right of priority based on:

Japanese Patent Application No. 11-033767
Filed: February 12, 1999

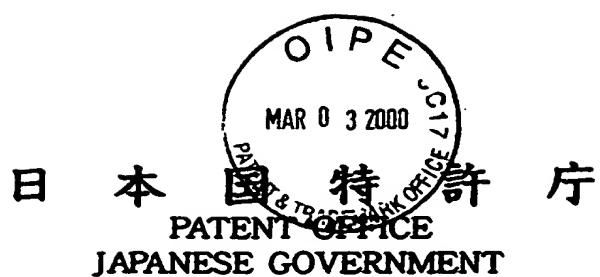
A certified copy of said Japanese Patent Application is attached.

Respectfully submitted,

ANTONELLI, TERRY, STOUT & KRAUS, LLP

Carl I. Brundidge
Registration No. 29,621

CIB/ssr
Attachment



日本特許庁
PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されて
いる事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed
with this Office.

出願年月日

Date of Application:

1999年 2月 12日

出願番号

Application Number:

平成11年特許願第033767号

出願人

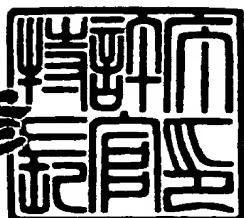
Applicant (s):

株式会社日立製作所

2000年 2月 4日

特許庁長官
Commissioner,
Patent Office

近藤 隆彦



出証番号 出証特2000-3003450

【書類名】 特許願

【整理番号】 1198029581

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 G06F 17/50

【発明の名称】 情報処理装置、情報処理システム及び記憶媒体

【請求項の数】 11

【発明者】

【住所又は居所】 茨城県日立市大みか町七丁目1番1号
株式会社 日立製作所 日立研究所内

【氏名】 高橋 宜孝

【発明者】

【住所又は居所】 茨城県日立市大みか町七丁目1番1号
株式会社 日立製作所 日立研究所内

【氏名】 島村 光太郎

【発明者】

【住所又は居所】 茨城県日立市大みか町七丁目1番1号
株式会社 日立製作所 日立研究所内

【氏名】 堀田 多加志

【発明者】

【住所又は居所】 茨城県日立市大みか町七丁目1番1号
株式会社 日立製作所 日立研究所内

【氏名】 広津 鉄平

【発明者】

【住所又は居所】 東京都青梅市新町六丁目16番地の3
株式会社 日立製作所 デバイス開発センタ内

【氏名】 友部 勝一

【特許出願人】

【識別番号】 000005108

【氏名又は名称】 株式会社 日立製作所

【代理人】

【識別番号】 100068504

【弁理士】

【氏名又は名称】 小川 勝男

【電話番号】 03-3212-1111

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 013088

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 情報処理装置、情報処理システム及び記憶媒体

【特許請求の範囲】

【請求項1】

表示装置と、
半導体集積回路を構成するブロックの配置に関するフロアプランと、上記フロアプランの変更を評価するための評価指標とを記憶する記憶装置と、
上記フロアプランを変更するための仕様を入力する入力装置と、
上記仕様に基づいて上記フロアプランを変更した複数のフロアプランを生成し、
上記評価指標に基づいて1つのフロアプランを選択する処理装置とを有する情報処理装置。

【請求項2】

請求項1の情報処理装置において、
上記記憶装置には、上記ブロックを上位の言語で記述した回路情報が記憶されていることを特徴とする情報処理装置。

【請求項3】

入力装置、表示装置、記憶装置及び処理装置とを有し、半導体集積回路を設計するための情報処理装置であって、

上記処理装置は、上記入力装置から入力される半導体集積回路を構成するブロックの機能と上記ブロックの配置情報であるフロアプランと上記フロアプランを変更する際の評価指標とを対応付けて上記記憶装置に記憶する情報処理装置。

【請求項4】

請求項1又は3において、上記評価指標は半導体集積回路を設計する設計者のノウハウである情報処理装置。

【請求項5】

半導体集積回路を構成するブロックの回路情報と、上記ブロックの配置情報であるフロアプランと、上記フロアプランの変更を評価するための評価指標とを入力し、上記回路情報と上記フロアプランと上記評価指標とを関連付けて記憶する半導体集積回路を設計するための回路設計装置と、

上記回路設計装置から上記回路情報と上記フロアプランと上記評価指標とを入力し、入力装置から上記フロアプランを変更するための情報を入力し、上記入力された情報に基づいて上記フロアプランを変更し、上記評価指標に基づいて変更したフロアプランを評価するフロアプラン変更装置とを有する情報処理システム。

【請求項6】

請求項5において、上記評価指標は半導体集積回路を設計する設計者のノウハウである情報処理装置。

【請求項7】

半導体集積回路を構成するブロックの機能と、上記ブロックの配置情報であるフロアプランと、上記フロアプランを変更する際の評価指標とが対応付けられて記憶された記憶媒体。

【請求項8】

半導体集積回路を構成するブロックの機能と、上記ブロックの配置情報であるフロアプランと、上記フロアプランを変更する際の評価指標とが対応付けて記憶されると共に、

上記フロアプランを変更するための仕様に基づいて上記フロアプランを変更した複数のフロアプランを生成し、上記評価指標に基づいて1つのフロアプランを選択するためのプログラムとが記憶された記憶媒体。

【請求項9】

請求項7又は8において、上記評価指標は半導体集積回路を設計する設計者のノウハウである情報記憶媒体。

【請求項10】

半導体集積回路を構成するブロックの配置に関するフロアプランを変更するための情報に基づいて予め生成されたフロアプランを変更し、

上記変更されたフロアプランを評価指標に基づいて評価し、

上記評価値に基づいてフロアプランを決定するフロアプラン変更方法。

【請求項11】

半導体集積回路を構成するブロックの配置に関するフロアプランを変更するた

めの情報に基づいて予め定められたフロアプランを予め定められた評価指標に基づいて変更し、上記変更されたフロアプランに基づいて生成されたLSI。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、半導体集積回路の設計に関するものであり、特に半導体集積回路を製造するためのフロアプランを作成、変更するための装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

従来、半導体集積回路の設計は、設計者が端末を使って対話形式で入力し行っている。

【0003】

この種の従来技術としては例えば特開平10-79436号公報に記載されているように、記憶装置内に格納されたブロックの配置情報に応じて、ブロックの配置状態を表示装置に表示し、入力装置から指示されたブロックの配置及び移動を対話的に行うものがある。

【0004】

また、特開平9-330350号公報には、複数の素子から構成される回路を所定実装面積内にレイアウトするにあたり、回路図上の素子の相対的な位置関係を反映するように素子を配置するようにした装置が記載されている。これはアルゴリズム乃至ヒューリスティックスによる配置探索の実行仮定において、ユーザが対話的に途中介入することにより、アルゴリズム乃至ヒューリスティックスの探索能力とユーザの経験的知識あるいは判断能力を相互に作用させることができるようにして、短時間で質の高い配置結果を得るようにしたものである。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

技術の進歩により、1つのチップ上に集積可能なゲート数が増えるにつれ、集積するすべての論理回路を新規に設計することは、その設計や検証の手間から、困難になりつつある。大規模なLSIの設計を行う際には、設計工数削減のため

に、「1つのLSIをいくつかのブロックから構成し、これらのブロックは、なるべく既設計のブロックを再利用し、新規設計するブロックを少なくする」という設計再利用が盛んになりつつある。再利用が考慮されたブロックはVC (Virtual Component)、IP (Intellectual Property)、あるいはコア(core)などと呼ばれる。

【0006】

このようにブロックの再利用により、あるLSIを構成している複数のブロックの一部を別のLSIのブロックに追加することで簡単に必要な機能を実現できるLSIを構成することが可能となる。

【0007】

しかしながら、このように単にブロックの追加・削除を行っても所定の機能のLSIが得られるわけではない。

【0008】

LSIを構成するブロックの配置は、ブロックの配置情報であるフロアプランによって決定される。LSIを構成するブロックの機能は設計者自らが回路記述を行うものであり、この回路記述によりブロックの特性が決まる。通常はブロックの回路記述と共に設計者によってフロアプランが定義されている。

【0009】

従って、この回路記述を何ら考慮することなく、ブロックの特性を無視してブロックを削除・追加してフロアプランを変更しても、LSIとして十分に機能しないものとなる場合が生ずる。

【0010】

上記従来技術である特開平10-79436号公報にはフロアプランを対話的に編集することが記載されており、LSIとして十分に機能させるためには、設計者自らのフロアプランを生成する必要がある。

【0011】

また、特開平9-330350号公報はLSIの素子のレベルのフロアプランについて記載されており、ブロックのフロアプランについては何ら考慮されていない。更に、フロアプラン生成のためには、ユーザが対話中に途中介入することで、ツ

ールを操作する者の経験的知識あるいは判断能力とツールの処理とを相互に作用させる必要がある。

【0012】

つまり、上記従来技術においてはフロアプランを変更する場合、ユーザ自身が設計者のレベルの知識を必要としていた。

【0013】

本発明は、上記の問題点を解決するもので、設計者の知識を有していないユーザがLSIの性能を低下させないように、フロアプランの変更を行う情報処理装置を提供することを目的とするものである。

【0014】

【課題を解決するための手段】

上記目的は、予め半導体集積回路を設計する設計者が、半導体集積回路を構成するブロックの機能である回路情報と、このブロックの配置に関するフロアプランとを生成すると共に、上記フロアプランの変更を評価するための評価指標とを関連付けて記憶させることにより達成することができる。

【0015】

これにより、ユーザはフロアプランを変更しても評価指標によって変更したフロアプランを評価することができる。つまり、ユーザは設計者のノウハウを有していないなくても、性能を低下させることなくフロアプランを変更することができる。

【0016】

【発明の実施の形態】

以下、図面を参照して詳細に説明する。

【0017】

図21はLSIの設計及び製造工程を示したものである。LSIの設計において、図20に示すようなCPU、通信用の制御装置、信号処理装置等のLSIの単位を機能モジュール2001として、さらにこの機能モジュール2001を構成する最小の単位であるブロックとして管理する。このブロックは例えばCPUを構成する乗算器、レジスタ等に相当するものである。

【0018】

L S I の設計は、まずブロック単位に素子やゲートのレベルよりも高い抽象化レベルでの言語であるハードウェア記述言語（H D L）で論理回路情報を入力する（2101）。次に、この論理回路情報を論理合成ツールによって処理する（2102）ことにより、ブロックを構成するANDゲートやORゲート及びこれらANDゲートやORゲートの結線情報であるネットリストが生成される（2102）。

【0019】

また、モジュールを構成するブロックの配置情報を生成する（2104）。そして、このフロアプランとネットリストによりL S I のマスクパターンを生成し（2105）、このマスクパターンによってL S I が製造される（2106）。

【0020】

図1(a)は、図20に示したネットリスト及びフロアプランを生成する回路設計支援システムの全体構成を示したものである。本回路設計支援システムは、設計者がL S I を設計するためのフロアプラン及びネットリストを生成する回路設計装置110と、L S I を製造するユーザが回路設計装置110で生成されたフロアプランを変更し新たなフロアプランを生成するフロアプラン変更装置120から構成され、回路設計装置110とフロアプラン変更装置120とはネットワーク130を介して接続されている。

【0021】

回路設計装置110は、本体111、ディスプレイ装置112、マウス113及びキーボード114から構成されている。さらに本体は、図1(b)に示すようにプログラムを実行するCPU140、ハードディスク装置141、マウス113やキーボード114又はネットワークと接続する入出力装置142、CPUがプログラムを実行することにより一時的にデータを記憶するメモリ143、フロッピディスクへの書き込み及び読み出しを行うフロッピディスク装置144から構成されている。

【0022】

図2は、本回路設計装置110により設計者が回路設計を行う処理を示したものである。この回路設計の処理はプログラムとして装置内のハードディスク装置141に記憶されている。

【0023】

本回路設計装置110のCPU140によりプログラムを実行すると、まず設計者が論理回路情報の入力を行う(201)。論理回路情報の入力は、ディスプレイ装置112、マウス113及びキーボード114を使って機能モジュールを構成するブロック毎にハードウエア記述言語で論理回路情報を入力する。次に、設計者はハードディスクに記憶されているフロアプランナーを実行することにより対話形式で、モジュール内のブロックの配置を決定し幾つかのフロアプランを生成する(202)。ここで、幾つかのフロアプランを生成するのは、LSIの面積を最小にするためのフロアプランや高速に動作させるためのフロアプランなど用途、目的に応じたLSIを製造するためである。図2に生成したフロアプランの一例を示す。図3(a), (b)は、フロアプランの概要を示したものであり、(c), (d)はそれぞれのフロアプランの定義を示したものである。図3(a),

(c)は処理速度を優先させたフロアプランであり、図3(b), (d)は面積を最小にすることを優先させたフロアプランである。いずれのフロアプランも優先事項と各ブロックの配置情報が定義されている。優先事項は“pri”の後に定義され、処理速度優先の場合は“speed”と、面積優先の場合には“space”と定義される。またブロックの配置情報は、ブロック名、ブロックの基準座標、ブロックの幅、ブロックの高さが記述されている。ブロックの基準座標は、ブロックの重心やブロックの頂点によって定義するものであり、本実施例ではブロックの左上の頂点を基準座標としている。これにより、例えば図3(b)のf1のブロックは(d)より基準座標が(0, 0)の位置に配置され、幅が13、高さが14のブロックであることが分かる。

【0024】

次に設計者は、評価指標と評価重みとを入力する(203, 204)。評価指標、評価重みは、設計者が生成したフロアプランをユーザが変更する場合に使う

ものである。フロアプランは設計者自らが入力した論理回路情報を考慮して生成するものであり、この論理回路情報の内容が分からずにLSIを製造するユーザがフロアプランを変更した場合、LSIの性能が低下してしまう場合がある。

【0025】

そこで、このようにユーザがフロアプランを変更しても、最終的に製造されるLSIの性能が低下しないようにするために、この評価指標及び評価重みによって変更したフロアプランを評価できるようにする。尚、この評価指標及び評価重みによるフロアプランの評価については、後述する。

【0026】

設計者は、この性能の劣化を防止するための評価指標と評価重みをディスプレイ装置112及びキーボード114を使って入力する。

【0027】

図19(a)は、設計者が入力できる評価指標の一覧を示したものである。評価指標としては、モジュール内のブロックの移動に関する評価指標であるブロック移動規則、ブロックの配置に関する評価指標であるブロック配置規則、周辺回路i/f情報がある。

【0028】

ブロック移動規則には、“remove”と“add”がある。

【0029】

“remove”は、あるブロックを削除したとき、他のブロックの移動を評価するためのものである。“remove: f2 → f3 : left”と記述すると、ブロックf2を削除した場合には、ブロックf3を左に移動した方が性能が低下しないことを意味する。

【0030】

“add”は、あるブロックを追加したときのほかのブロックの移動を評価するためのものである。“add: f2 → f3 : left”と記述すると、ブロックf2を追加した場合には、ブロックf3を左に移動した方が性能が低下しないことを意味する。

【0031】

ブロック配置規則には、“group”と“datapath”がある。

【0032】

“group”は、そばにおくべきブロック群を評価するためのもので、“group: g1, g2”と記述すると、ブロックg1とブロックg2を隣接する方が性能が低下しないことを意味する。

【0033】

“datapath”は、データパスとなるブロック群を指定するためのもので、“datapath: g2, g3, g4, g5”と記述すると、ブロックg2, ブロックg3, ブロックg4, ブロックg5間にデータパスがあり、ブロックg2, ブロックg3, ブロックg4, ブロックg5を隣接する方が性能が低下しないことを意味する。

【0034】

周辺回路i/f情報とは、外部回路のそばにおくべきブロック又は入出力ポートを評価するためのもので、“if: RAM: g5”と記述すると周辺回路としてRAMがあり、このRAMの近くにブロックg5がある方が性能が低下しないことを意味する。

【0035】

図4 (a)は、設計者によって入力された評価指標の一例を示したものである。ここでは、設計者は“datapath”, “group”, “if”, “remove”を評価指標として入力したことを示している。

【0036】

図4 (b)は設計者によって入力された評価重みを示したものである。

【0037】

このように設計者によって生成された論理回路情報、フロアプラン、評価指標、評価重みは関連付けされてハードディスク装置141に記憶される。ハードディスク装置141に記憶された論理回路、フロアプラン、評価指標、評価重みは、フロッピディスクに格納して、あるいはネットワークを介して他の装置で使用することができる。

【0038】

図5は、フロッピディスクに論理回路、フロアプラン、評価指標、評価重みを格納した状態を示したものである。このようにフロッピディスクにオペレータのノウハウに基づいて入力された評価指標及び評価重みを格納することにより他の装置でフロアプランの変更が可能になる。

【0039】

次に、図1 (a) に示したフロアプラン変更装置120について説明する。

【0040】

フロアプラン変更装置120は、本体121、ディスプレイ装置122、マウス123及びキーボード124から構成されている。本体は、図1 (c) に示すようにプログラムを実行するCPU160、ハードディスク装置161、マウス123やキーボード124又はネットワークと接続する入出力装置162、CPUがプログラムを実行することにより一時的にデータを記憶するメモリ163、フロッピディスクへの書き込み及び読み出しを行うフロッピディスク装置164から構成されている。

【0041】

本フロアプラン生成装置120によりユーザはディスプレイ装置122、マウス123及びキーボード124を使って設計者が生成したフロアプランの変更を行い、新たなフロアプランを生成する。また、ユーザが生成した新たなフロアプランを使って更に別のフロアプランを生成する。

【0042】

ユーザは、フロアプランを変更するにあたり、変更するためのフロアプランはフロアプラン生成装置120にない場合、フロッピディスク150又はネットワーク130を介してフロアプラン、評価指標、評価重み、論理回路情報を取り込み、ハードディスク装置161に記憶する。

【0043】

図6は、フロアプラン装置2でフロアプランを変更するためのフローチャートを示したものである。このフローチャートはフロアプラン変更プログラムとしてフロアプラン変更装置120のハードディスク装置161に記憶されている。ユ

ユーザはキーボード124から指示することにより、このプログラムが読み出され、CPU160で実行される。

【0044】

CPU160によってプログラムが起動されると、フロアプランを変更するための仕様をユーザがキーボード124から入力する（601）。ユーザによる仕様の入力が終了すると、この仕様に基づいてハードディスク装置161から1つのフロアプランを選択する（602）。次に、この選択されたフロアプランに基づいてユーザによって入力された仕様のうちブロックの削除・追加を行い、幾つかのフロアプランを生成し、ハードディスク装置161に記憶されている評価指標と評価重みを読み出して、生成された幾つかのフロアプランの評価を行い、評価値が最も低いフロアプランを選択する（603）。最後にユーザの仕様のうち残ったもの、つまり削除・追加以外の仕様に基づいてフロアプランを変形し、これを新たなフロアプランとしてハードディスク装置161に記憶する（604）。

【0045】

このように生成されたフロアプランは論理回路情報とともにLSIのマスクパターンの生成に使われる。

【0046】

では、図6に示したフロアプラン変更装置120の動作について以下具体的に説明する。

【0047】

フロアプラン変更プログラムが起動されると、ユーザの仕様を入力する画面が表示装置122に表示される。ユーザは、キーボード124又はマウス123を使って、仕様を入力する（601）。

【0048】

図19（b）はユーザが入力する仕様の一覧を示したものである。ユーザの仕様として指定できる項目として、“place”，“density”，“aspect”，“remove”，“add”，“pri”，“i/f”，“de-direction”がある。

【0049】

“place”は、フロアプランの変形処理で基準とする座標を指定するためのも

のであり、“place: (0, 0)”と記述すると、(0, 0)を基準にフロアプランを設定する。place: (0, 0)については、後に説明する。

【0050】

“density”は面積の比率の指定を行うものであり、“density: 0.5”と記述すると元のフロアプランを0.5倍にする。

【0051】

“aspect”はフロアプランの縦横比の指定を行うものであり、“aspect: 1.2, 1.0”と記述すると元のフロアプランの縦を1.2倍、横を1.0倍にする。

“remove”は削除するブロックを指定するためのもので、“remove; f 1”と記述するとフロアプランのブロックf 1を削除する。

【0052】

“add”は追加するブロックの指定を行うもので、“add: g 2”と記述するとブロックg 2をフロアプランに追加する。

【0053】

“pri”はフロアプランを生成する際の優先すべき事項を指定するためのもので、“pri: space”と記述すると複数のフロアプランの中から面積を優先したフロアプランが選ばれる。尚、優先すべき事項は他に処理速度であるspeedがあるが、この他の事項もユーザ又は設計者が自由に設定することができる。

【0054】

“i / f”は周辺回路に関する指定を行うためのもので、“i / f : RAM: (100, 0)”と記述すると(100, 0)の位置にRAMと接続するためのポートが配置される。

【0055】

“de-direction”はデータバスの方向を指定するためのものであり、“de-direction: horizontal”と記述するとフロアプランにおけるデータバスが水平方向となるようにブロックを配置する。データバスの方向としては、この他に垂直方向があり、これは“vertical”で指定する。

【0056】

図7に、ユーザが入力した仕様の一例を示す。ユーザは、“place”,

“density” , “aspect” , “remove” , “pri” , “i/f” , “dp-direction”的7項目によってフロアプランの仕様を定義している。

【0057】

次に、この仕様に基づいてハードディスク装置161に記憶されているフロアプランを選択する(602)。これは、ユーザの仕様の“pri”に記述されている優先事項とハードディスク装置161に記憶されているフロアプランの“pri”に記述されている優先事項とが一致するものを選ぶ。ハードディスク装置161に記憶されているフロアプランは、図3で示したように“pri”の後に優先事項が記述されている。図7では“pri”に“space”と記述されているので、フロアプランに“space”と記述されている図3(b), (d)のフロアプランが選択される。

【0058】

このように選択されたフロアプランについて、次にユーザの仕様に記述されているブロックの追加・削除などの処理を行い、幾つかのフロアプランを生成する(603)。このフロアプランの候補生成・選択処理を図8に示す。

【0059】

まず、ユーザの仕様にブロックを削除又は追加するための“remove”, “add”が記述されているかを調べる(801)。ユーザの仕様に“remove”, “add”が記述されていることが検出された場合、“remove”であれば該当するブロックを削除する。また、“add”であれば対応するブロックを予め決められた位置に追加する。

【0060】

次に、ユーザの仕様によってブロックが削除されたフロアプラン又はブロックが追加されたフロアプランについて、評価指標と評価重みに基づいてフロアプランの評価値を求める(903)。

【0061】

次に、ユーザの仕様によってブロックが削除又は追加されたフロアプランについて、ブロック間の移動を行って新たなフロアプランを生成し(902)、この生成されたフロアプランについて、評価指標と評価重みに基づいてフロアプラン

の評価値を求める(903)。このブロック間移動によって求めたフロアプランの評価値とユーザの仕様によってブロックの削除又は追加されたフロアプランの評価値とを比較して評価値が低い方のフロアプランを候補として残す(904)。次に、別のブロック間移動を行ってフロアプランを生成し(902)、評価指標と評価重みに基づいて評価値を求め(903)、この求めた評価値と、先に候補とされたフロアプランの評価値とを比較し、評価値が低いフロアプランを新たにフロアプランの候補として残す(904)。これを、繰り返し行いブロック間移動によって最も評価値の低いフロアプランをフロアプラン候補と決める。

【0062】

ここで、図9を用いてフロアプランを構成するブロックのブロック間移動と評価値について説明する。

【0063】

図9 (a) は図4に示した設計者の評価指標と評価重みであり、図9 (b) は図7に示したユーザの仕様である。また図10 (c) は、ユーザの仕様の“pri”に記述されている優先事項“space”によってハードディスク装置161から選択されたフロアプランである。

【0064】

まず、ブロック間移動について説明する。ユーザの仕様 (b) には“remove”が記述されており、これに基づいて (d) に示すように (c) のフロアプランから f2 のブロックが削除されたフロアプランが生成される。ブロック間移動とは、この生成されたフロアプラン (c) を構成するブロックを予め定めた規則に基づいて移動することである。この図9で示しているフロアプランの移動の規則は、“remove”によって削除された部分 (f2 のブロック) に他のブロック (f1, f3, g1, g2, g3) を割り当てるよう移動させるものである。例えば、フロアプラン (d) の g2 を移動したものがフロアプラン (e) である。このようにして、(e) ~ (i) までの新たなフロアプランが生成される。

【0065】

図10は新たなブロックが追加された場合のブロック間移動を示したものである。図10 (a) はユーザの仕様の“pri”に記述されている優先事項“space”

によって選択されたフロアプランに新たなブロック f 7が追加された場合を示したものである。

【0066】

ここでは、フロアプランは常に四角形で構成されると仮定してブロックの移動を行うものである。つまり、新たなブロック f 4を追加した部分を含み、かつ四角形を構成するように、太線で書いたフロアプランを仮定する。ここで、斜線で示した部分は空き領域となる。次に、この空き領域を埋めるように f 1～f 3, g 1～g 3のブロックを移動させることにより、(b)～(g)に示したフロアプランが生成される。

【0067】

更に、ブロック削除・追加が行われた場合について説明する。この場合、削除されたブロック数の方が追加されるブロック数より多い場合には、単にブロックを削除した場合と、同じ処理によりフロアプランを生成することができる。また、追加されるブロック数の方が削除されたブロック数よりも多い場合には、単にブロックが追加された場合と同じ処理によりフロアプランを生成することができる。

【0068】

削除されたブロック数と追加されたブロック数とが同じ場合には、取りうる全てのブロック間の移動を行う。

【0069】

尚、フロアプランが図で示したブロック数よりも多い場合には、これまで説明してきたブロックの移動を行うと膨大な計算量になる場合がある。この場合、C P Uの性能が高い場合にはすべての計算を瞬時に実行することができるが、C P Uの性能が低い場合には結果を得るまでに時間がかかる。そのような場合には、予めフロアプランを生成する個数を決めておき、この個数に達したらフロアプランの生成を止めるようにすればよい。

【0070】

次に評価値について説明する。評価値は評価指標と評価重みによって求める。ここでは、評価指標、評価重みは図9 (a) から datapath: f 1, f 2, f 3が

100, group: f1, g1が1, group: g2, g3が1, remove: f2→f3
: leftが1となっている。

【0071】

従って、評価値は次式のようになる。

【0072】

評価値 = (datapath規則違反の数 × 100) + (grou f1 と g1 の距離 × 1)
+ (grou g2 と g3 の距離 × 1) + (removeの違反の数 × 1)

datapath規則違反の数とは、定義された datapath: f1, f2, f3 を満たしていない数を意味する。つまり、f1, f2, f3 のブロック間に別のブロックが配置されるようにブロック間の間隔が開いた場合に違反しているものとしている。従って、f1, g2, f3 や f2, g3, f3 となっている場合に違反となる。

【0073】

尚、本実施例では remove: f2→f3 : left となっており f2 のブロックが削除されているので、f1 と f3 のブロック間で違反しているか否かを判断している。

【0074】

group の距離とは、ブロック間の基準座標間の距離である。基準座標とは図3で説明したようにフロアプランを定義するためのものである。従って、f1 のブロックと f2 ブロックのブロックの基準座標がそれぞれ、f1 (X1, Y1) と f2 (X2, Y2) であれば $\sqrt{((X1 - X2)^2 + (Y1 - Y2)^2)}$ としてブロック間の距離を求めることができる。尚、この基準座標は、ブロックの移動に伴い、順次書き換えられる。

【0075】

remove違反の数とは、removeで指定されたブロックの削除に伴う他のブロックの移動の違反の数を意味する。図9 (a) では remove f2 : f3 left となっており、f2 のブロックを削除して f3 を左に移動させるように記述されている。つまり、図9 (a) に示したフロアプランの f2 のブロックを削除し、f3 のブロックを左に移動させるように記述されており、f3 のブロックは f2 のブロック

クに移動することになる。ここで図9 (e) は f 2 のブロックの位置に g 2 のブロックが割り当てられており、f 3 のブロックは左に移動していない。つまり、図9 (e) ではremove違反の数が1となる。

【0076】

以上より、図9 (e) の評価値は、

$$\begin{aligned}
 \text{評価値} = & (\text{datapath規則違反の数} \times 100) + (\text{grou f 1 と g 1 の距離} \times 1) \\
 & + (\text{grou g 2 と g 3 の距離} \times 1) + (\text{remove違反の数} \times 1) = (1 \times 100) \\
 & + ((10 + 14) \times 1) + (1 \times 1) = 125
 \end{aligned}$$

となる。図9 (d), (f) ~ (i) も同様に評価値を求めることができる。尚、図9 (d), (f) ~ (i) に求めた評価値を示している。

【0077】

このようにして求めた評価値を比較すると、図9 (f) のフロアプランがもっとも評価値が低いものとなり、これがフロアプラン候補として決定される。

【0078】

尚、図8で示した処理において、ここで、“remove”, “add” が記述されていない場合には(901)、処理を終了する。つまり、ユーザの変更によって最終的なLSIの性能が劣化するのは、ブロック間の配置変更が最も大きく影響する。従って、“remove”, “add” が記述されていない場合には評価値を求めることなく処理を終了する。この場合、ユーザの仕様で “pri” によって選ばれたフロアプランがフロアプラン候補となる。

【0079】

次に、ブロックの削除・追加を除いた他のユーザの仕様に従って、このフロアプラン候補を変更する(604)。

【0080】

図11は、フロアプラン変形処理(604)を示したものである。

【0081】

まず、フロアプラン候補について、ユーザの仕様である “datapath” に基づいてフロアプランを回転させた回転像を求める(1101)。次に周辺回路との接続情報である “i/f” に基づいてフロアプランの上下、左右の反転像を求める

(1102)。次にaspectに基づいてフロアプランの縦横比を変更し(1103)、最後にdensityに基づいてフロアプラン全体の面積を決定する(1104)。

図12(a)はユーザの仕様の“datapath”によるフロアプランの回転像生成処理(1101)を示したものである。

【0082】

まず、ユーザによって指定されたデータパスの方向と、ブロックの追加・削除処理で候補とされたフロアプランのデータパスの方向をチェックする(1201)。尚、対象となるフロアプランのデータパスの方向は設計者によって定義された評価指標の1つである“datapath”に基づいて決定する。

【0083】

具体的に、ユーザによって指定されたデータパスの方向は図9(b)に示されているように縦(vertical)である。設計者によって定義された“datapath”は図9(a)に示されているように“datapath f1 f2 f3”となっており、これとフロアプラン候補よりフロアプランのデータパスは横方向となる。従って、ユーザの仕様と対象となるフロアプランとはデータパスの方向が一致していない。

【0084】

次に、ユーザによって指定されたデータパスの方向と対象とするフロアプランのデータパスの方向が一致していない場合には、対象とするフロアプランを左回転した左回転像と右回転した右回転像とを求める(1202, 1203)。

【0085】

フロアプランの回転像の生成は次のようにして行う。図13(a)に示したのはブロックの削除・追加処理によって候補となったフロアプランであり、図14(a)はこのフロアプランの定義を示したものである。図13(a)に示されているようにこのフロアプランは、ユーザによって図9(b)に“place : (0, 0)”と定義されているので、フロアプランの基準(左上の頂点)を(0, 0)の位置に合わせている。

【0086】

まず、図14(a)のフロアプランの定義によりフロアプランの重心を求め、

この重心を原点に重ね(図13(d))、この原点を中心¹に90度左に回転させ(図13(e))、新たに基準となる左上を原点に移動して図13(b)の左回転像を得る。右回転像についても同様の方法で回転処理を行うことによって図13(c)の右回転像を得る。尚、このとき図14(b), (c)に示すようにフロアプランの定決が変更される。

【0087】

この右回転及び左回転したフロアプランのデータパスの方向と、ユーザの指定了したデータパスの方向とを比較して、フロアプランを決定しても良い。しかし、1つのフロアプランの中に複数のデータパスが存在する場合、右回転又は左回転してもユーザの指定了したデータパスに一致しないデータパスが存在する場合がある。そのため、ここでは、右回転及び左回転させたフロアプランを表示装置122に表示し、キーボード124又はマウス123によってユーザが指定することにしている(1204)。

【0088】

このようにしてユーザによって選択されたフロアプランを新たなフロアプラン候補とする。尚、データパスのチェック処理(1201)において、一致している場合には、この一致しているフロアプランをフロアプラン候補とする。

【0089】

次に、フロアプランの反転像の生成について説明する。

【0090】

図12(b)は反転像生成処理(1102)を示したものである。

【0091】

まず、反転処理1205により、現在のフロアプランの左右反転像、上下反転像、上下左右反転像を生成する。図15(a)は、回転像生成処理によってユーザによって選択されたフロアプラン候補を示し、図16(a)はこのフロアプランの定義を示したものである。左右反転像、上下反転像を生成する場合にも、先に説明したのと同様にフロアプランの左上が基準座標となる。左右反転像は、図15(a)フロアプランのX座標の符号をすべて負とし(図15(e))、次にフロアプランの基準座標が原点に位置するようにX軸の正方向に並行移動して図

15 (b) のフロアプランを得る。上下反転像については、フロアプランのY座標の符号をすべて負とし、基準座標が原点に位置するようにY軸の正方向に平行移動させる。上下左右反転像の場合は、左右反転処理の後に、上下反転処理を行う。尚、この場合にもフロアプランの定義は図16 (b), (c) に示すように変更される。

【0092】

このように生成した左右反転像、上下反転像、上下左右反転像のフロアプランと元のフロアプランから周辺回路を考慮した、最適なフロアプランを選択する(1205)。このフロアプランの選択はユーザによって指定された“if”と設計者によって与えられた評価指標の“if”によって行う。このフロアプランの選択について具体的に説明する。

【0093】

周辺回路に関するユーザの仕様は図9(b)に示すように“if”によって記述されている。ここでは、“i/f : RAM : (100, 0)”と記述され、RAMの配置座標が(100, 0)であることを意味している(図15では、○印で(100, 0)の座標を示している)。

【0094】

また、図9(b)の評価指標には“i/f : RAM g3”とあり、これは「RAMのポートはg3にある」ことを意味している。

【0095】

次に各フロアプランのg3の中心座標とRAMの座標(100, 0)との二点間の距離を求める。そして、その距離が最小となるフロアプランを決定する。図15に示した4つのフロアプラン(a)～(d)では、(d)に示されたフロアプランのブロックg3が最もRAMの位置に近く、このフロアプランが選択される。このようにして選択されたフロアプランをフロアプラン候補とする。

【0096】

最後に、縦横比変更処理と面積変更処理について説明する。

【0097】

図17は、図11における縦横比変更処理1103の例及び面積変更処理1104

を行う場合のフロアプランを示したもので、図18はフロアプランの定義を示したものである。このように縦横比や面積の変更は、実際のLSIを製造する上で配線密度を変更する場合に用いられる。

【0098】

縦横比変更処理とは、各ブロックについて、面積一定の条件のもとで、ブロックの横幅と高さの比をユーザ仕様で定められた整数比へと変更する演算を行う処理である。ユーザの仕様は図9(b)に示したものであり、図17(a)を縦横比変更処理前のフロアプランとすると、縦横比変更後には図17(b)のフロアプランが得られる。

【0099】

面積変更処理とは、ユーザ仕様に定められた値(densityの値)の分だけ、拡大または縮小する処理である。図17(b)のフロアプランに対して面積変更処理を行うと、図17(c)のフロアプランが得られる。

【0100】

尚、縦横比変更処理、面積変更処理によりフロアプランの定義は図18に示すように変更される。

【0101】

以上の処理によって得られたフロアプランは、フロアプラン変更装置120のバードディスク装置161に記憶される。この時、元のフロアプランに関連付けされていた設計者の評価指標、標価重み、回路記述情報が、この新たなフロアプランに対応付けされる。これらのフロアプラン、評価指標、標価重み、回路記述情報は、フロッピディスク150又はネットワーク130を介して更に別の装置で使用することが可能である。

【0102】

尚、本フロアプラン変更装置120においても、フロアプラン生成処理により、ユーザによって生成されたフロアプランを元に、更に新たなフロアプランを生成することができる。

【0103】

以上のように、フロアプランと共にフロアプランを設計した設計者のノウハウ

を評価指標として提供することにより、性能の低下を防ぎながらユーザが自由にフロアプランの変更を行うことができる。

【0104】

以上の説明では、フロアプラン、評価指標、評価重み、回路記述情報をフロッピディスク又はネットワークを介して他の装置とやり取りすることを説明したが、フロアプランを変更する図6に示した処理のプログラムもフロッピディスクに記憶させててもよい。

【0105】

このようにすれば、ユーザは何もない状態でフロッピディスク又はネットワーク介してフロアプラン、評価指標、評価重み、回路記述情報、フロアプラン変更プログラムを取得することができ、自由にフロアプランを変更することができる。

【0106】

更に、このようにすれば設計者はフロアプランとともにフロアプラン変更プログラムも管理することができる。フロアプランの変更には、以上説明したように様々な変更がある。しかしながら設計者としては性能が低下しないようにある種の変更を禁止したい場合はある。従って、設計者がフロアプラン変更のプログラムを管理すれば、禁止したい変更を削除してプログラムを生成することができる。

【0107】

尚、本実施例ではフロアプランを構成する各ブロックの大きさがすべて同じ場合について説明したが、ブロックの大きさが異なっていてもフロアプランを変更することは可能である。但し、その場合にはブロックの移動・追加をスムーズに行うために制約が必要となる。

【0108】

尚、ブロックの大きさが異なる場合であっても、図6のフロアプラン候補生成・選択処理（603）の前に、各ブロックの面積を変更して全て同じ大きさとなるように統一すれば、既に説明した処理でフロアプランを変更することができる。

【0109】

更に、本実施例においては1つのフロアプランが1つの機能、例えばCPUを実現する機能モジュールを対象に説明したが、例えば図22に示すようにCPUの機能モジュールとメモリの機能モジュールとが組み合わされたシステムのモジュールについても各モジュール毎に図6に示した処理を行えば各モジュールのフロアプランを変更することができる。

【0110】

以上、設計者の知識としてフロアプランに関する知識を、記憶媒体に格納し、それを利用するフロアプランツールについて述べた。設計者の知識を記憶媒体に格納して利用するという方式は、設計者の知識としては、フロアプランのための知識の他には、LSIの合成フローの管理や、BIST (Built In Self Test)の命令データ相関情報や、例外転送ルールや、LSIのフリップフロップの初期化情報付加等が考えられ、本情報処理の技術が適用可能である。

【0111】

【発明の効果】

以上本発明によれば、フロアプランに対するユーザ仕様を入力するのみで、設計者の知識を利用したフロアプランの作成が可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の情報処理システムの構成を示した図である。

【図2】

回路設計を行うための処理を示した図である。

【図3】

回路設計により生成されたフロアプランを示した図である。

【図4】

評価指標及び評価重みの一例を示した図である。

【図5】

記憶媒体に記憶された情報を示した図である。

【図6】

フロアプランを変更するための全体の処理を示した図である。

【図7】

ユーザの仕様の一例を示した図である。

【図8】

図6のフロアプラン候補生成・選択処理を示した図である。

【図9】

図8のブロック移動処理及びブロック配置評価を説明するための図である。

【図10】

図8のブロック移動処理を説明するための図である。

【図11】

図6のフロアプラン変形処理を示した図である。

【図12】

図10の回転像生成処理及び反転像生成処理を示した図である。

【図13】

回転像生成処理を説明するための図である。

【図14】

回転像生成処理を説明するための図である。

【図15】

反転像生成処理を説明するための図である。

【図16】

反転像生成処理を説明するための図である。

【図17】

図10の縦横比変更処理及び面積変更処理を説明するための図である。

【図18】

図10の縦横比変更処理及び面積変更処理を説明するための図である。

【図19】

設計者のノウハウであるブロック配置情報の一覧及びユーザ仕様の一覧を示した図である。

【図20】

LSIの構成を示した図である。

【図21】

LSIの設計・製造工程を示した図である。

【図22】

LSIのモジュールのシステム構成を示した図である。

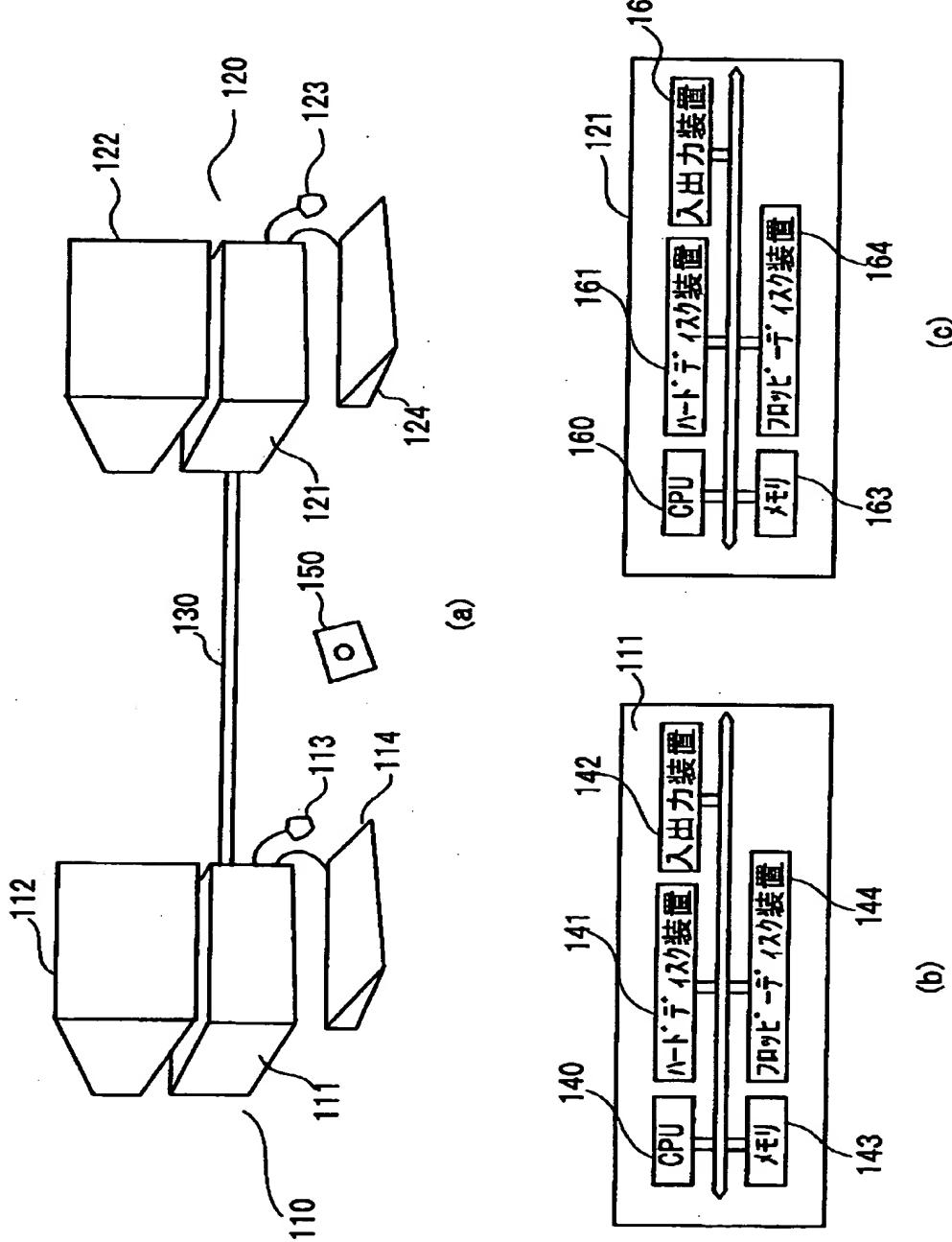
【符号の説明】

110…回路設計装置、111…本体、112…表示装置、113…マウス、
114…キーボード、120…フロアプラン変更装置、121…本体、122…
表示装置、123…マウス、124…キーボード、130…ネットワーク、140
…CPU、141…ハードディスク装置、142…入出力装置、143…メモリ
、144…フロッピディスク装置、150…フロッピディスク、160…CPU
、161…ハードディスク装置、162…入出力装置、163…メモリ、164
…フロッピディスク装置。

【書類名】 図面

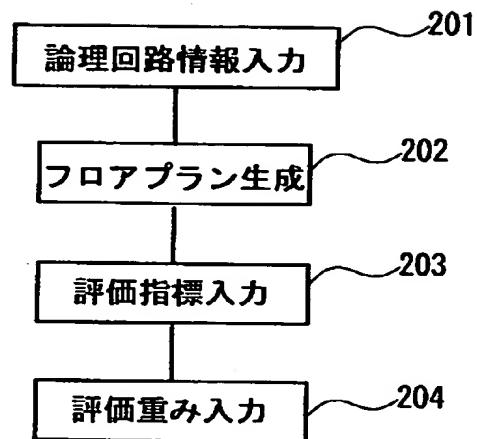
【図1】

図 1



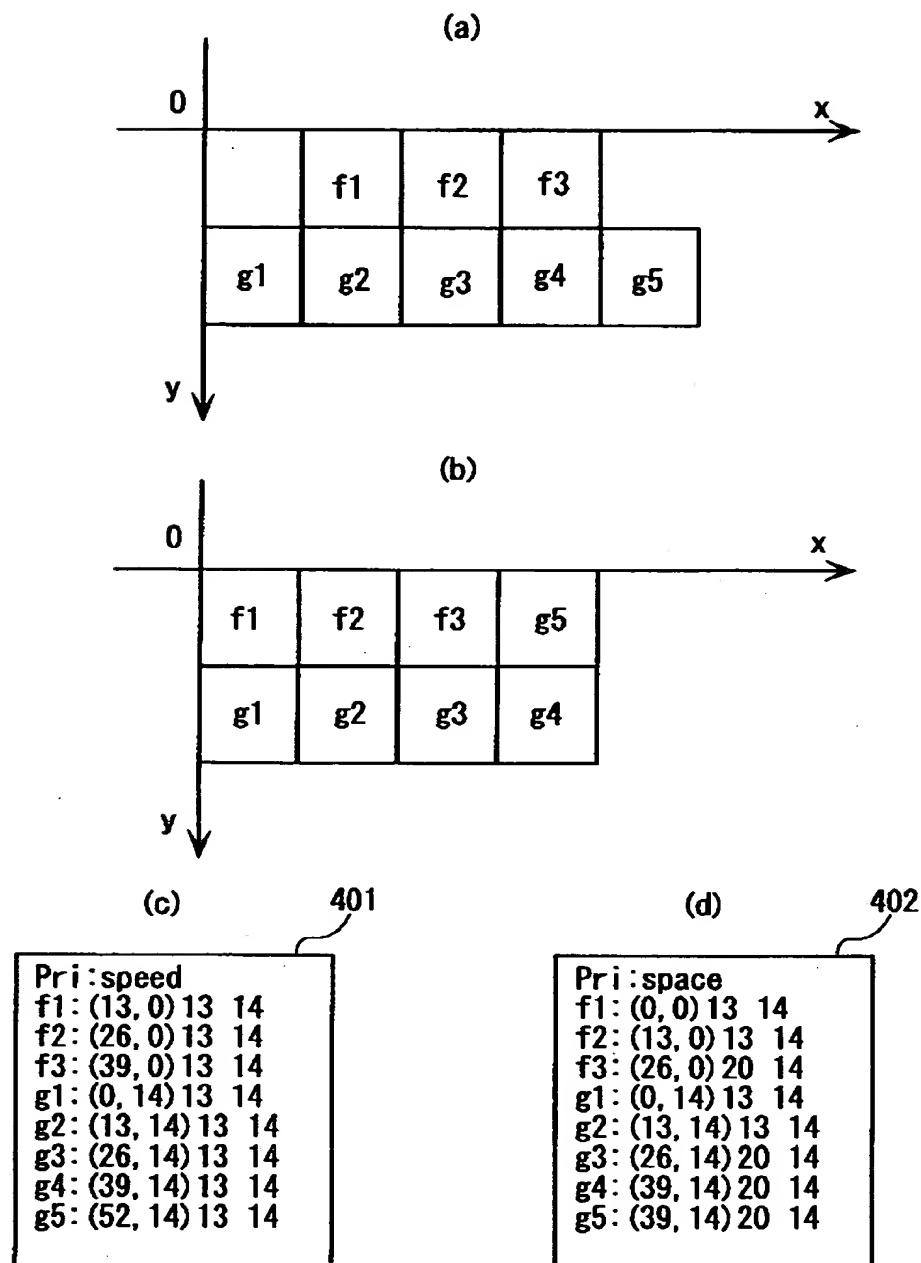
【図2】

図 2



【図 3】

図 3



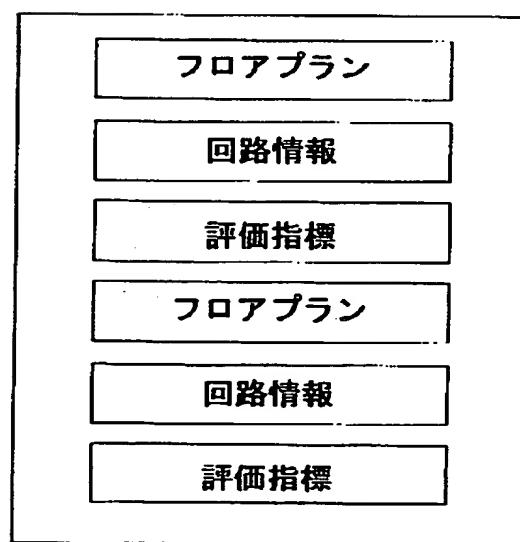
【図4】

図 4

	(a)	(b)
datapath	f1 f2 f3	100
group	f1 g1	1
group	g2 g3	1
i/f	RAM g3	
remove	f2 f3 left	1

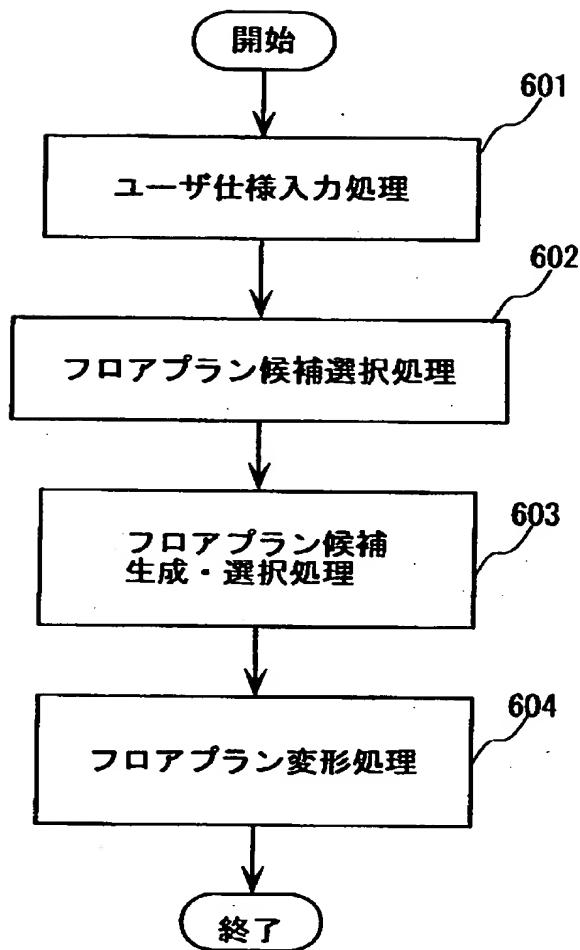
【図5】

図 5



【図6】

図 6



【図7】

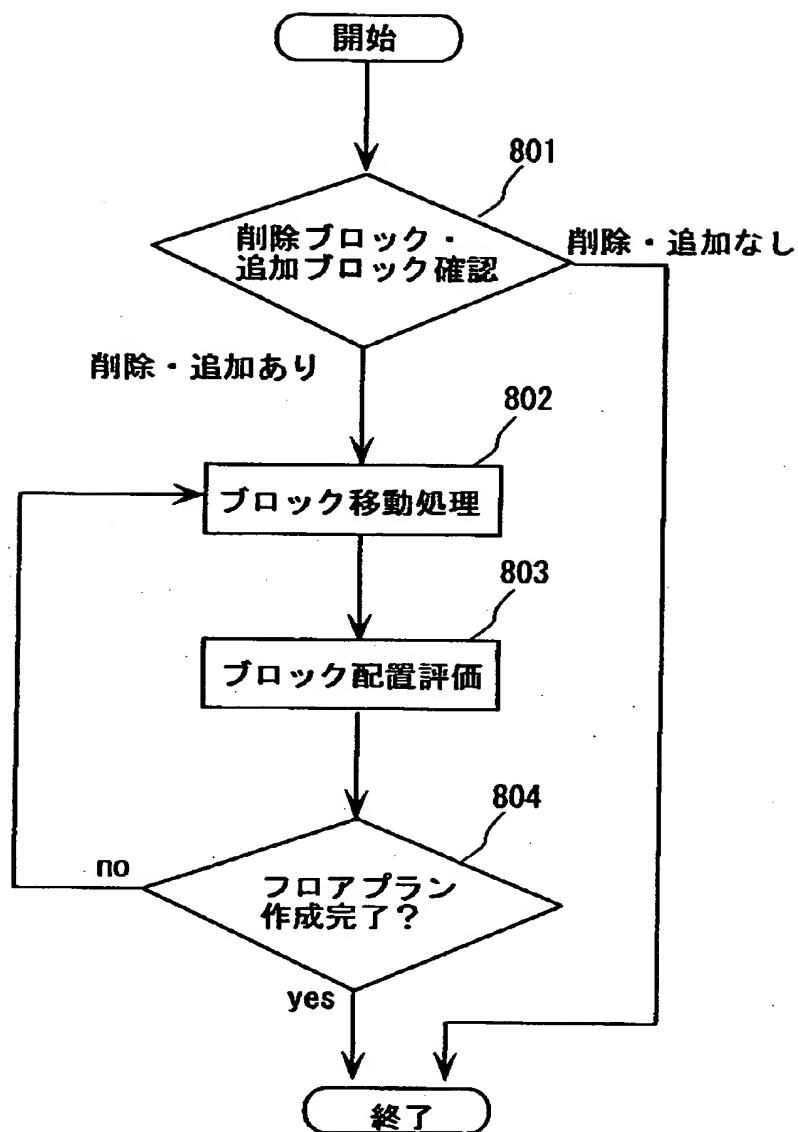
図 7

701

```
place:(0,0)
density:0.8
aspect:12 10
remove:f2
i/f:RAM:(100,0)
pri:space
dp-direction:vertical
```

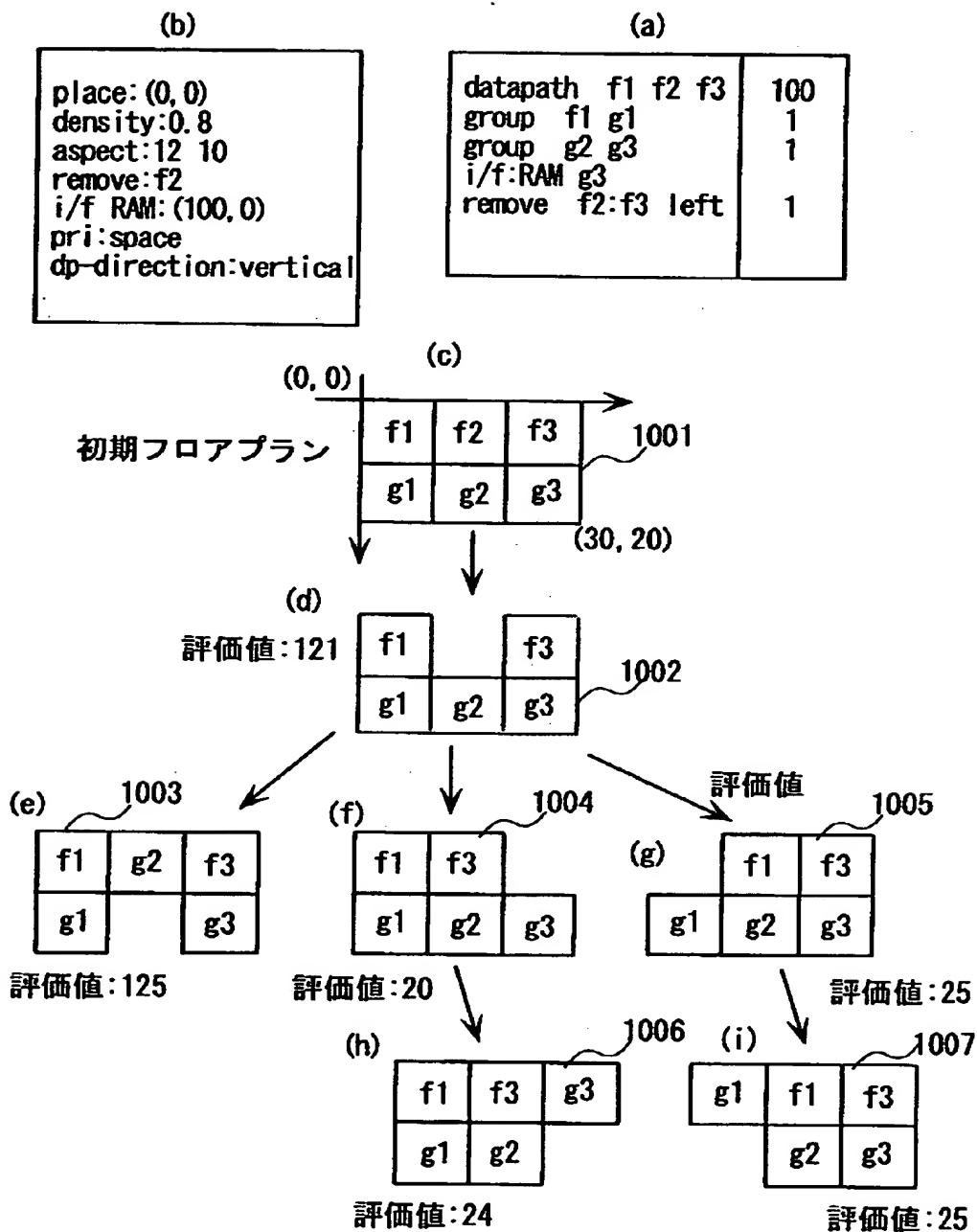
【図8】

図 8



【図9】

図 9



【図10】

図 10

f4	f1	f2	f3
	g1	g2	g3

(a)

f4		f2	f3
f1	g1	g2	g3

(b)

f4	f1	f2	f3
g1		g2	g3

(e)

f4	f1		f3
f2	g1	g2	g3

(c)

f4	f1	f2	f3
g2	g1		g3

(f)

f4	f1	f2	
f3	g1	g2	g3

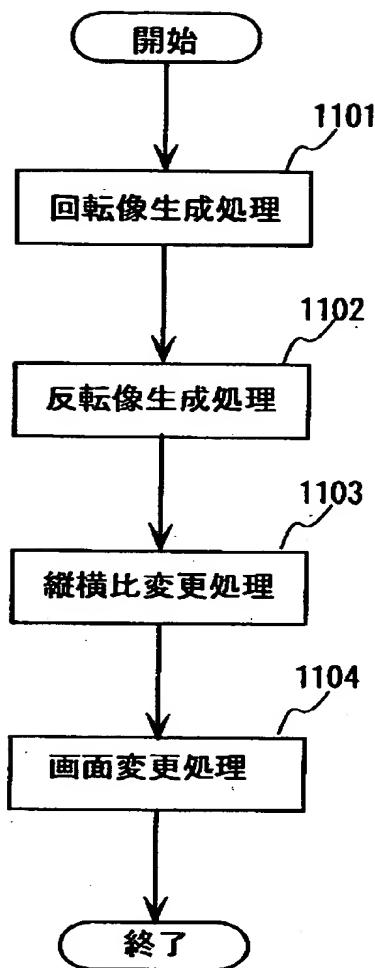
(d)

f4	f1	f2	f3
g3	g1	g2	

(g)

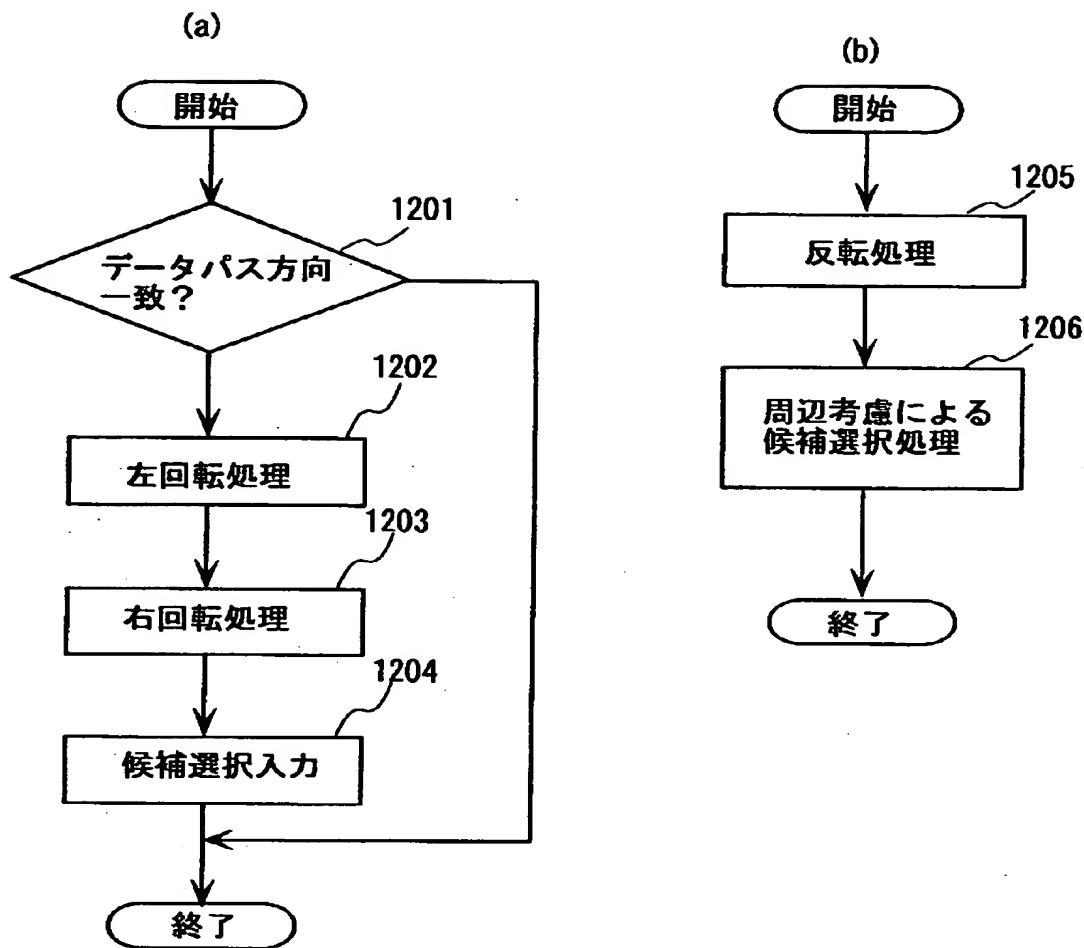
【図11】

図 11



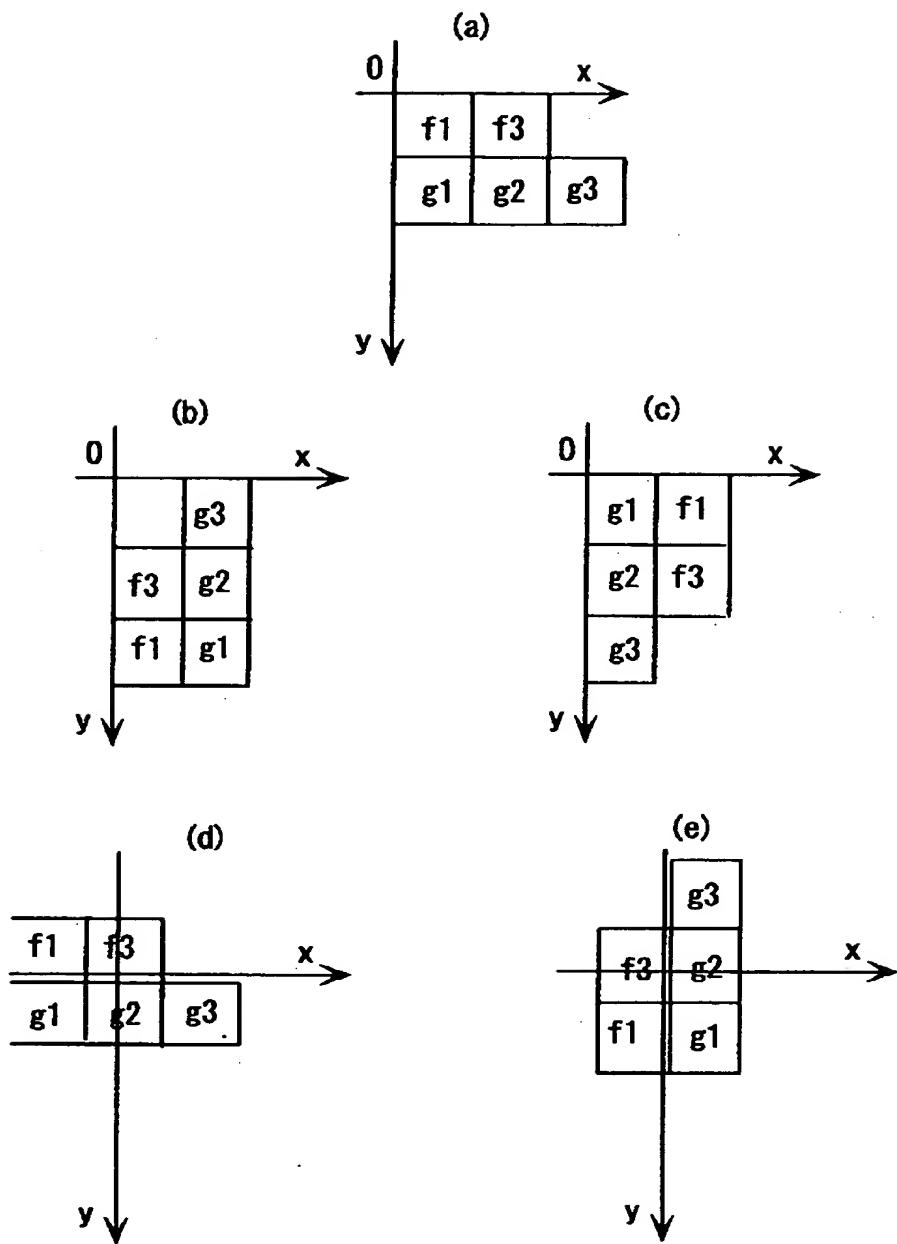
【図12】

図 12



【図13】

図 13



【図14】

図 14

(a)

f1: (0, 0) 13 14
f3: (26, 0) 13 14
g1: (0, 14) 13 14
g2: (13, 14) 13 14
g3: (26, 14) 13 14

(b)

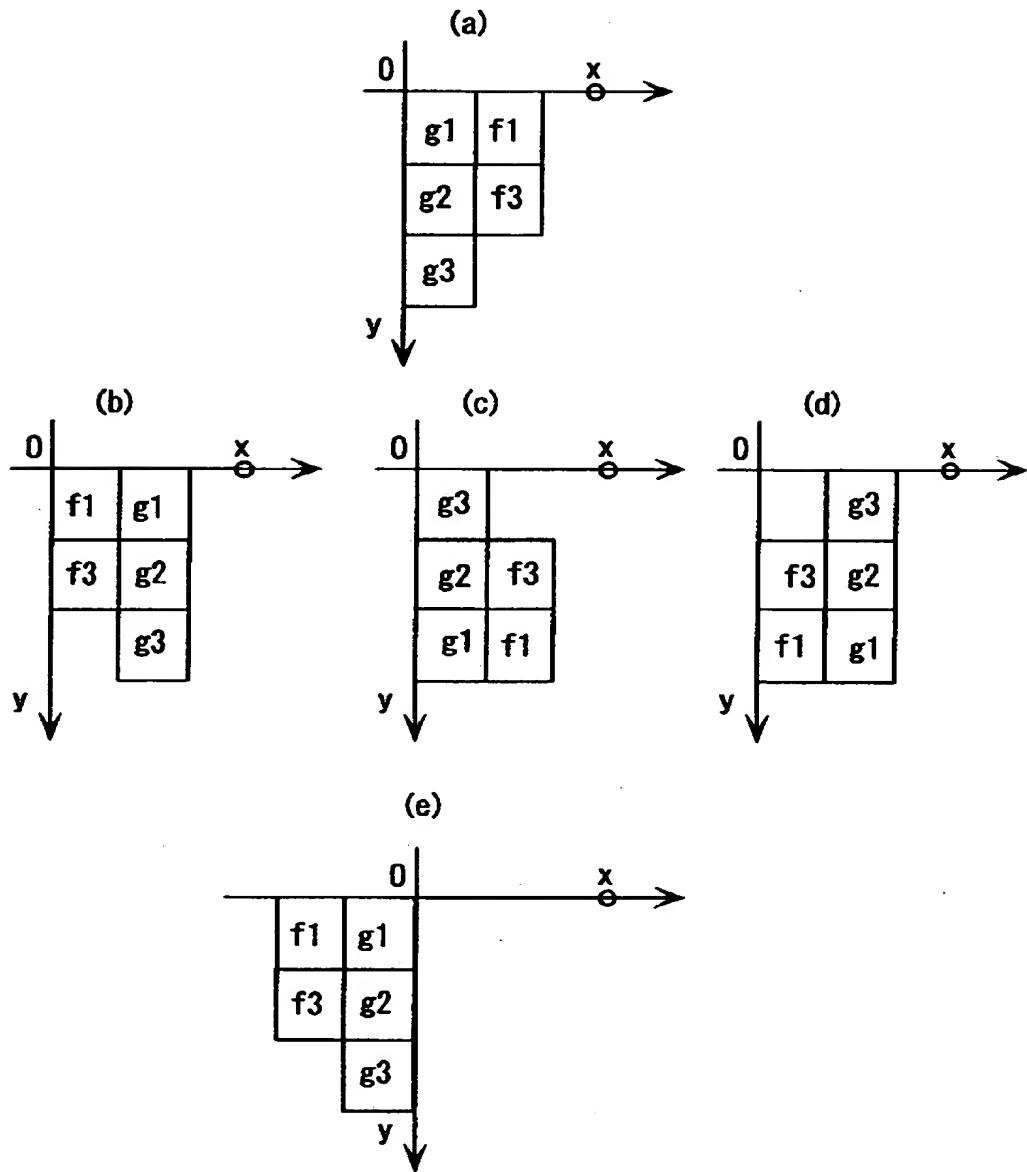
f1: (0, 26) 14 13
f3: (0, 13) 14 13
g1: (14, 0) 14 13
g2: (14, 13) 14 13
g3: (14, 26) 14 13

(c)

f1: (14, 0) 14 13
f3: (14, 13) 14 13
g1: (0, 0) 14 13
g2: (0, 13) 14 13
g3: (0, 26) 14 13

【図15】

図 15



【図16】

図 16

(a)

f1: (14, 0) 14 13
f3: (14, 13) 14 13
g1: (0, 0) 14 13
g2: (0, 13) 14 13
g3: (0, 26) 14 13

(b)

f1: (0, 0) 14 13
f3: (0, 13) 14 13
g1: (14, 0) 13 14
g2: (14, 13) 13 14
g3: (14, 26) 13 14

(c)

f1: (13, 14) 14 13
f3: (13, 28) 14 13
g1: (0, 28) 13 14
g2: (0, 14) 13 14
g3: (0, 0) 13 14

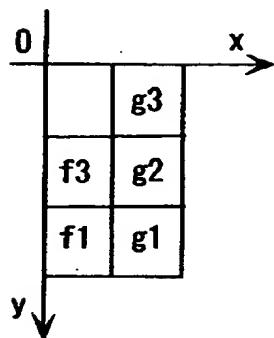
(d)

f1: (0, 26) 14 13
f3: (0, 13) 14 13
g1: (14, 26) 13 14
g2: (14, 13) 13 14
g3: (14, 0) 13 14

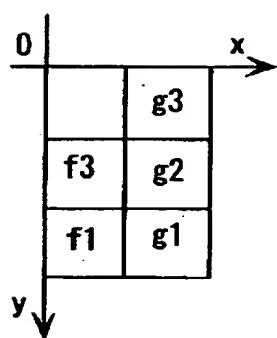
【図 17】

図 17

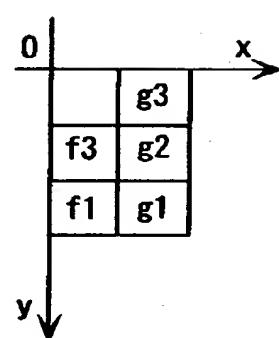
(a)



(b)



(c)



【図18】

図 18

(a)

f1: (0, 26) 14 13
f3: (0, 13) 14 13
g1: (14, 26) 13 14
g2: (14, 13) 13 14
g3: (14, 0) 13 14

(b)

f1: (0, 24) 15 12
f3: (0, 12) 15 12
g1: (15, 24) 12 15
g2: (15, 12) 12 15
g3: (15, 0) 12 15

(c)

f1: (0, 20) 12 10
f3: (0, 10) 12 10
g1: (12, 20) 10 12
g2: (12, 10) 10 12
g3: (12, 0) 10 12

【図19】

図 19

(a)

分類	指定	説明
ブロック 移動規則	remove	あるブロックを削除したときの他のブロックの移動指定 使用例: remove:f2->f3:left
	add	あるブロックを追加したときの他のブロックの移動指定 使用例: add:f2->f3:right
ブロック 配置規則	group	そばに置くべきブロック群を指定 使用例: group:g1, g2
	datapath	データパスとなるブロック群を指定 使用例: datapath:g2, g3, g4, g5
周辺回路 i/f 情報	i/f	外部回路 abc のそばに置くべきブロックを指定 使用例: i/f:RAM:g5

(b)

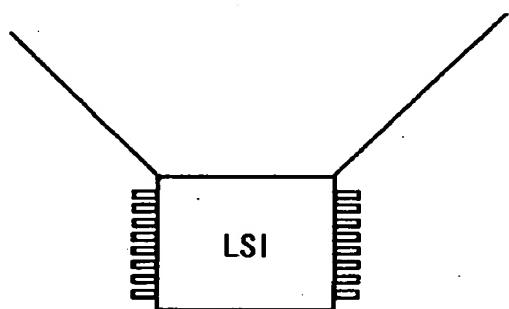
分類	指定	説明
ユーザ 仕様入力	place	全体フロアプランにおける配置場所指定 使用例: place:(0, 0)
	density	面積比の指定 使用例: density:0.5
	aspect	縦横比の指定 使用例: aspect 1.2 1.0
	remove	削除するブロックの指定 使用例: remove:f1
	add	追加するブロックの指定 使用例: add:g2
	pri	面積優先 or スピード優先の指定 使用例: pri:space または pri:speed
	i/f	周辺回路との i/f 指定 使用例: i/f:RAM:(100, 0)
	dp-direction	データバスの方向指定 使用例: dp-direction:vertical または dp-direction:horizontal

【図20】

図 20

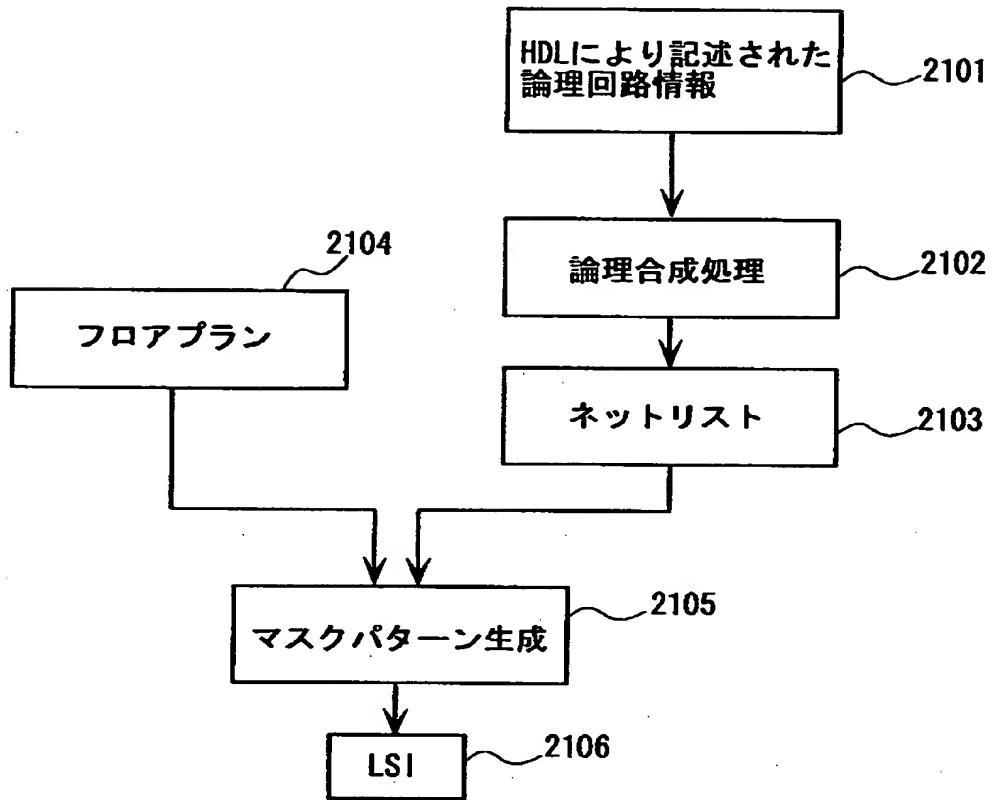
2002	2003	2004	2005	2006
2007	2008	2009	2010	2011

2001



【図21】

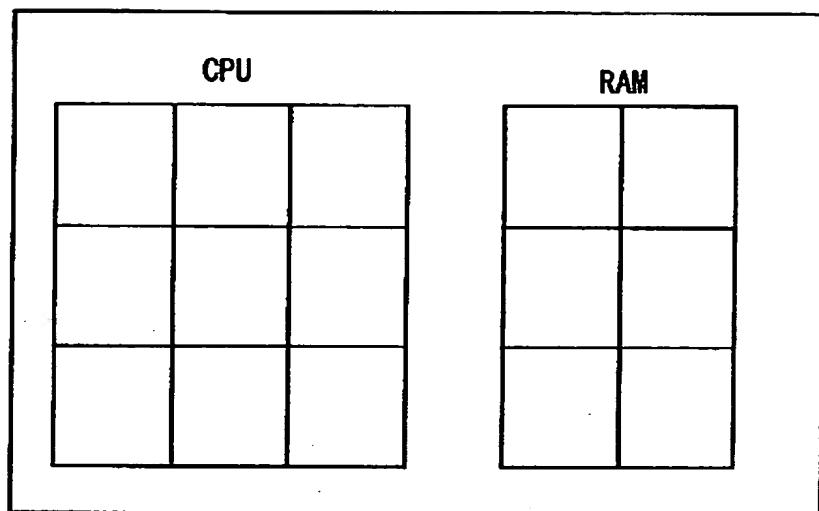
図 21



特平11-033767

【図22】

図 22



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】

設計者の知識を有していないユーザがLSIの性能を低下させないように、フロアプランの変更を行う情報処理装置を提供すること。

【解決手段】

予め半導体集積回路を設計する設計者が、回路設計装置110により半導体集積回路を構成するブロックの機能である回路情報と、このブロックの配置に関するフロアプランと、設計者のノウハウである評価指標とを関連付けて記憶させる。ユーザは、フロアプラン変更装置120により、フロアプランを変更し、変更したフロアプランについて評価指標で評価を行う。

【選択図】 図1

認定・付加情報

特許出願の番号 平成11年 特許願 第033767号
受付番号 59900119713
書類名 特許願
担当官 第七担当上席 0096
作成日 平成11年 2月16日

<認定情報・付加情報>

【提出日】 平成11年 2月12日

次頁無

出願人履歴情報

識別番号 [000005108]

1. 変更年月日 1990年 8月31日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都千代田区神田駿河台4丁目6番地
氏 名 株式会社日立製作所